

パイルスラブ式盛土の模型振動台実験 —緩衝材の選定—

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○坂本 寛章, 小島 謙一

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 米澤 豊司, 森野 達也, 丸山 修, 鈴木 喜弥

1. はじめに

筆者らは、地盤改良杭を盛土内に有し、路盤面での性能を保持する盛土（以下、パイルスラブ式盛土とする）を提案し、これまで性能の高い盛土には使用できなかった盛土材料を用い環境や経済性に優れた盛土構造を提案している。しかし、パイルスラブ式盛土は新しい構造形式であることから、地震時の挙動や応答特性、沈下性状などが不明であるため、この解明を目的とした模型振動実験¹⁾²⁾、2次元 FEM による数値解析などを行っている。本稿では、パイルスラブ式盛土に関する模型振動実験の実施に先立ち、盛土と土槽の間に設置する緩衝材の性能確認を実施した結果について報告する。

2. 実験の目的

振動台を用いて模型振動実験を実施する場合、模型の縮尺は当然制限される。幅 2m 程度の模型振動台を用いる場合、高さ 6m の盛土（のり面勾配 1:1.5）は縮尺 1/17 程度であれば作製することが可能である。しかし、重力場で行う模型実験の縮尺としては比較的小さく、パイルスラブ式盛土の振動実験を行う際、地盤改良杭による改良効果や盛土の応答特性、変形特性を定性的に精度よく評価するのは困難である。また、模型のばらつきや異種部材との境界での誤差が生じる可能性も高くなる。そこで、1/10 程度の盛土とするため盛土を半断面で構築することとした。しかし半断面の場合には盛土中央部が土槽と接することとなり、土槽底面だけでなく土槽側面からも入力地震動や反射波が生じ、盛土全断面の模型を構築して実施する場合は異なる挙動を示し、構造体としての評価に悪影響を及ぼす恐れがある。そこで、盛土と土槽との境界部からの影響を取り除くため、図 1 で示すように両者の間に緩衝材を設置することを検討した。このような条件で試験を行う時には用いる緩衝材の性能が課題となる。そこで、境界からの影響を極力減らすことが可能な材料を評価するため、模型振動実験を行った。

3. 実験概要

模型振動実験の概要図を図 2 に示す。土槽側面に緩衝材を貼付け、盛土材を 600mm の高さまで構築する。盛土材には豊浦砂 ($\rho_s=2.640\text{g/cm}^3$, 最大間隙比 $e_{\max}=0.977$, 最小間隙比 $e_{\min}=0.605$) を用い、作製地盤密度として相対密度 $D_r=40\%$, 含水比 $w=2\%$ で調整し 600mm の高さまで構築した。加振は正弦波 (5Hz, 20 波) を 100gal 刻みで 100gal から 1200gal まで段階的に行い、緩衝材近傍の変位や応答加速度を計測した。表 1 に実験ケースを示す。

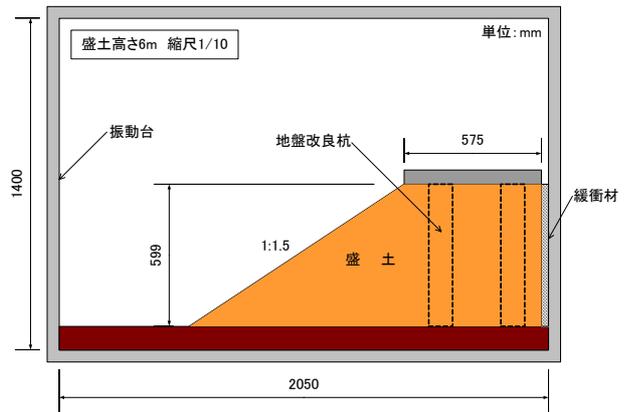


図 1 緩衝材配置図 (盛土半断面)

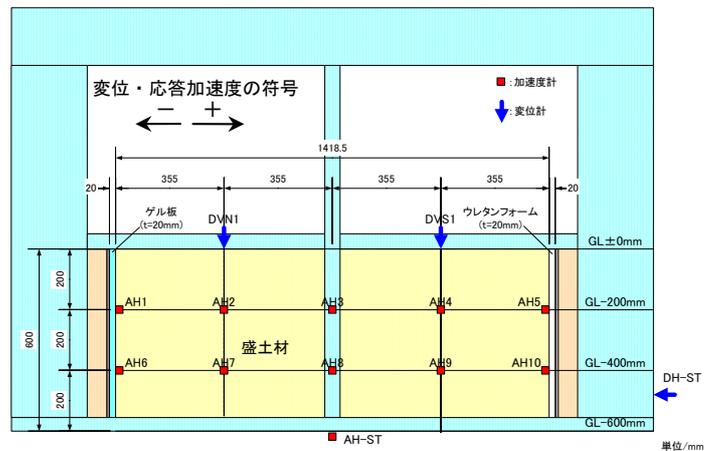


図 2 模型概要図 (ケース 1)

表 1 実験ケース

ケース名	緩衝材の種類	加振方法
ケース 1	①ゲル版 (ゲル素材, t=20mm) : 左側	正弦波 5Hz20 波 100gal~1200gal
	②ウレタンフォーム (スポンジ状, t=20mm) : 右側	
ケース 2	①ゲル版 (ゲル素材, t=40mm) : 左側	正弦波 5Hz20 波 100gal~1200gal
	②盛土材 (t=100mm とみなす) : 右側	

キーワード 盛土, 地盤改良杭, 模型実験, 緩衝材

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7261

4. 実験結果と考察

ケース1の振動実験では、入力加速度が800gal程度までは各緩衝材近傍と土槽中央部の応答に有意な差は見られなかった。図3、図4に1200gal加振時の、加振直後と約2秒後の緩衝材近傍の加速度応答最大値を示す。1200galでは、ゲル版(t=20mm)よりもウレタンフォーム(t=20mm)の方が、緩衝材に地盤が近づく時に、緩衝材近傍の応答が大きく増幅していることがわかる。また、緩衝材より約350mm離れた箇所(AH2, AH7, AH4, AH9)について、ウレタンフォームの近傍(AH2, AH7)では負方向(地盤が緩衝材に近づく方向)の応答が、加振直後と比較して2秒後では増大しているのに対し、ゲル版の近傍(AH4, AH9)では加振直後と2秒後ではほぼ変わらない応答値が得られた。緩衝材を盛土中央位置で使用することを考慮すると、応答加速度の増幅が少ないゲル版の方が、ウレタンフォームよりも緩衝材として適していると考えられる。

図5に、緩衝材周囲に設置した標点(GL-100mm, 緩衝材表面から水平方向に100mm離れた箇所)に対して水平方向の変位を追跡した画像解析処理結果を示す。各緩衝材近傍の標点とも、800gal加振時では累積変位も微小(0.1~0.2mm程度)

であり有意な差は見られない。1200gal加振時では、ゲル版(t=20mm, 40mm)近傍の標点は左右に概ね対称的な変位を生じていることがわかる。一方、ウレタンフォーム(t=20mm)や盛土材(t=100mm)近傍の標点では、緩衝材から離れていく方向への動きが卓越し、逆方向へ戻りきらずに変位が累積しているのが確認できる。また、1200gal加振前後の変位についても、ゲル版(t=40mm)の性能が高く約0.75mmと最小であった。

これらの実験結果より、変位の累積性や応答加速度の増幅が最も少なく、左右に対称的な変位を生じたゲル版(t=40mm)が、緩衝材として最も適していると考えられる。

5. おわりに

振動実験では、土槽境界部からの反射波が常に問題となる。ここでは模型振動実験で用いる緩衝材について、振動実験を行い性能確認を行った。その結果、応答や変形の評価から厚さ40mmのゲル版が最も緩衝材として適していることを確認した。この結果を踏まえパイルスラブ式盛土の模型振動実験¹⁾²⁾では、ゲル版(40mm)を緩衝材として用い模型盛土を構築し検討を行う。

参考文献

1)森野,米澤,丸山,小島,坂本:パイルスラブ式盛土の模型振動台振動実験—盛土補強材の効果—,第65回土木学会年次学術講演会,2010.9。(投稿中) 2)米澤,森野,武田,小島,坂本:パイルスラブ式盛土の模型振動台振動実験—地盤改良杭の効果—,第65回土木学会年次学術講演会,2010.9。(投稿中)

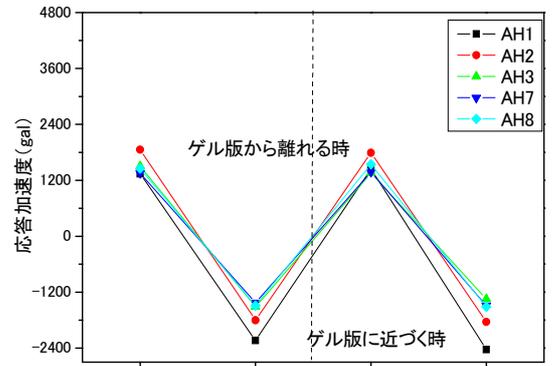


図3 ゲル版周囲の加速度応答最大値

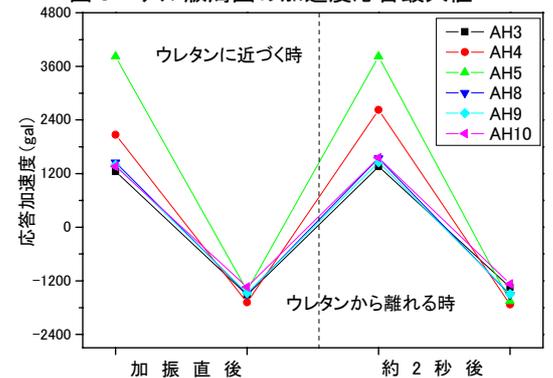


図4 ウレタンフォーム周囲の加速度応答最大値

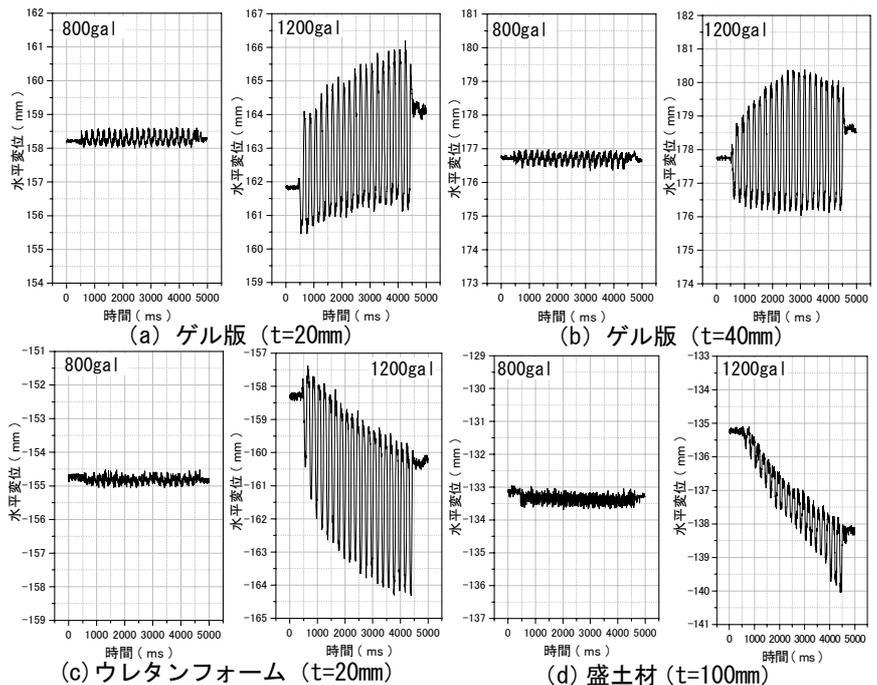


図5 各緩衝材近傍の標点の画像解析結果